

**POLA SEBARAN HORIZONTAL LOGAM BERAT TIMBAL (PB) DAN ZENG (ZN)  
PADA SEDIMEN DI PERAIRAN MUARA SUNGAI KALIGUNG TEGAL**  
**THE HORIZONTAL DISTRIBUTION PATTERN OF LEAD (PB) AND ZENG (ZN) IN SEDIMENTS IN  
THE ESTUARY OF THE KALIGUNGTEGAL**

Rondi Andika Pratama<sup>1</sup>, Lilik Masluka<sup>2\*</sup>, Warsito Atmodjo<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Program Sarjana Departemen Oseanografi, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan

<sup>2</sup>Departemen Oseanografi, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro  
Jl. Prof. H. Soedharto, SH, Tembalang Semarang. 50275 Telp/Fax (024) 7474698

\*Corresponding author email: [Lilik\\_masluka@yahoo.com](mailto:Lilik_masluka@yahoo.com)

Submitted: 04 September 2020 / Revised: 29 March 2021 / Accepted: 20 April 2021

<http://doi.org/10.21107/jk.v14i1.8481>

**ABSTRACT**

Muara Kaligung receives waste from industry and human activities. This condition will have an impact on the accumulation of heavy metals in the sediment. The high concentration of heavy metals in the waters can endanger the survival of living organisms in the waters. The purpose of this study was to determine the concentration and distribution pattern of the heavy metals lead (Pb) and zinc (Zn) sediments in the Kaligung estuary, Tegal and to analyze their relationship to organic carbon and sediment grain size and flow patterns. The method used is descriptive exploratory and the selection of station points using purpose sampling. Sediment sampling in September 2018. Heavy metal analysis using Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS), at the Chemical Laboratory, University of Jakarta. The distribution pattern of heavy metal concentrations used QGIS software. The results showed that the concentration of lead (Pb) was between 17.8 ppm - 31.4 ppm and zinc (Zn) ranged from 107.1 ppm - 112.1 ppm. The metal distribution pattern is concentrated in front of the estuary and then decreases towards the sea. The simple linear model analysis of metals to organic carbon has a coefficient of determination ( $R^2$ ) for Pb and Zn of 0.4 and 0.3, respectively. This model explains that the distribution of Pb and Zn metals is influenced by organic carbon by 40% and 30%. Other environmental factors that affect the distribution are grain size and current patterns.

**Keywords:** organic carbon, Pb, Zn, Kaligung estuary, current pattern

**ABSTRAK**

Muara Sungai Kaligung menerima limbah yang berasal dari industri dan aktivitas manusia. Kondisi tersebut akan berdampak terhadap akumulasi logam berat pada sedimen. Logam berat timbal (Pb) dan seng (Zn) di perairan dapat membahayakan keberlangsungan organisme hidup di perairan. Penelitian ini bertujuan mengetahui pola persebaran konsentrasi logam berat timbal (Pb) dan seng (Zn) pada sedimen dan menganalisis faktor keterkaitannya dengan bahan organik dan ukuran butir sedimen serta pola arus. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode deskriptif eksploratif dan penentuan titik stasiun berdasarkan metode purpose sampling. Pengambilan sampel sedimen dilakukan pada bulan September 2018. Analisis logam berat menggunakan Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS) di Laboratorium Kimia Universitas Negeri Jakarta. Pola sebaran konsentrasi logam berat menggunakan software QGIS. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai konsentrasi logam berat timbal (Pb) berkisar antara 17,8 ppm – 31,4 ppm dan seng (Zn) berkisar antara 107,1 ppm – 112,1 ppm. Pola sebaran logam terkonsentrasi di depan muara dan kemudian mengalami penurunan ke arah laut. Tingginya konsentrasi logam berat timbal (Pb) dan seng (Zn) tidak selalu diikuti tingginya bahan organik. Hasil analisis model linier sederhana antara logam timbal (Pb) dan seng (Zn) terhadap bahan organik memiliki koefisien determinasi ( $R^2=0,4$ ) dan ( $R^2=0,3$ ), secara berturut-turut. Model ini menjelaskan bahwa keberadaan logam Pb dipengaruhi oleh bahan organik sebesar 40% dan Zn sebesar 30%. Ada faktor lingkungan lain yang turut mempengaruhi konsentrasinya, seperti ukuran butir dan pola arus.

**Kata Kunci:** bahan organik, Pb, Zn, muara sungai Kaligung, pola arus

## PENDAHULUAN

Muara Sungai Kaligung merupakan salah satu muara di Kabupaten Tegal yang menerima limbah dari industri dan aktivitas manusia di daratan, seperti pertambakan, pertanian dan pemukiman penduduk. Aktivitas manusia di daratan telah banyak menyumbangkan masukan polutan ke perairan, termasuk logam berat. Logam berat di lingkungan laut dapat di kategorikan sebagai logam berat esensial dan non esensial. Salah satu logam berat yang mempunyai sifat non esensial adalah timbal (Pb) dan esensial adalah seng (Zn). Logam Pb memiliki kelarutan yang tinggi, sedangkan Zn kelarutannya rendah. Dengan demikian, secara alami konsentrasi Pb di dalam kerak bumi lebih kecil sedang Zn cukup besar (Najamuddin *et al.*, 2016).

Logam timbal (Pb) sering digunakan dalam industri kecil seperti industri tekstil dan baterai, dalam jumlah yang banyak maka akan berbahaya bagi makhluk hidup di sekitarnya (Palar, 1994) dan logam berat seng (Zn) di laut bersumber dari penggunaan pupuk kimia (NPK dan TSP), dan buangan limbah rumah tangga seperti korosi pipa-pipa air. Hasil penelitian Rahmadani, *et al.*, (2015) menyatakan bahwa pupuk kimia yang digunakan oleh para petani mengandung logam Cu dan Zn.

Logam berat merupakan pencemar yang tidak dapat terurai dan dapat terakumulasi dalam lingkungan sedimen dan organisme. Pada konsentrasi yang tinggi dapat mempengaruhi kehidupan organisme dan dapat mengancam kesehatan manusia, melalui rantai makanan (Palar, 1994; Chen *et al.*, 2016; Putri & Purwiyanto, 2016). Keberadaan aliran air sungai dari daratan ke wilayah muara akan membawa banyak material tersuspensi. Sedimen tersuspensi merupakan pembawa kontaminan utama polutan, termasuk didalamnya logam berat (Kljakovic'-Gas'pic' *et al.*, 2008). Pada saat kondisi arus tenang, material suspensi ini akan mengalami pengendapan dan menjadi bagian dasar dari sedimen.

Penelitian berkaitan dengan kandungan logam berat pada sedimen di muara sungai Kaligung sudah pernah dilakukan oleh Susanti *et al.*, (2014), namun masih pada lokasi yang berdekatan dengan daratan. Keberadaan logam ini akan tertransportasi oleh arus dari

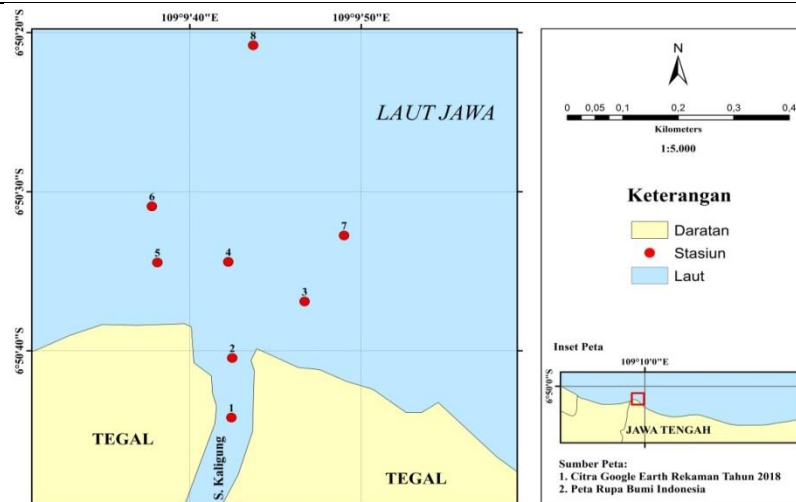
sungai menuju muara, disebarkan oleh arus laut dan sebagian akan mengalami pengendapan. Menurut Triatmodjo (1999) daerah muara sungai merupakan pertemuan antara air tawar dan air laut sehingga mengakibatkan arus menjadi lemah dan mengakibatkan adanya proses sedimentasi. Sedimen dasar perairan merupakan tempat terakumulasinya berbagai macam polutan, termasuk logam berat.

Ukuran butir dan kandungan bahan organik sedimen merupakan faktor penting yang mempengaruhi sebaran logam (Bartoli *et al.*, 2012; Goher *et al.*, 2014; Fitroh, *et al.*, 2019). Selanjutnya distribusinya juga berkaitan dengan kecepatan dan pola arus. Berdasarkan latar belakang tersebut maka penelitian ini bertujuan mengetahui pola persebaran konsentrasi logam berat timbal (Pb) dan seng (Zn) pada sedimen oleh pengaruh keberadaan bahan organik dan ukuran butir sedimen serta pola arus.

## MATERI DAN METODE

Materi penelitian berupa sampel sedimen yang diambil pada tanggal 22 September 2018 di perairan muara sungai Kaligung, Kabupaten Tegal. Sampel sedimen selanjutnya dikeringkan dan dilanjutkan analisis logam berat, bahan organik dan ukuran butirnya. Parameter lingkungan yang diukur meliputi suhu, salinitas, pH, kecerahan dan arus. Analisis kandungan logam berat timbal (Pb) dan seng (Zn) dilakukan di Laboratorium Kimia, Universitas Jakarta. Analisis ukuran butir sedimen dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah, Teknik, Universitas Diponegoro.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode deskriptif eksploratif. Menurut Arikunto (2002), penelitian deskriptif eksploratif merupakan penelitian yang bertujuan menggambarkan keadaan suatu fenomena dan hanya menggambarkan suatu variabel, gejala atau kejadian pada lokasi tersebut. Penentuan lokasi stasiun menggunakan metode *purposive sampling*. Pengambilan sampel sedimen dengan menggunakan *Grab sampler* dan dilakukan pada 8 stasiun penelitian saat kondisi pasang. Lokasi penelitian disajikan pada **Gambar 1**, mewakili badan sungai, muara dan laut.



Gambar 1. Lokasi Penelitian

Sample sedimen yang telah dikeringkan selanjutnya dianalisis kandungan logam berat timbal (Pb) dan seng (Zn), menggunakan AAS (*Atomic Absorption Spechtrophotometer*). Penentuan kadar logam berat menggunakan rumus:

$$\text{Logam Berat Total} = \frac{C \times V \times X \times fp}{B \left(1 - \frac{K_a}{c}\right)}$$

Keterangan:

- C : Kandungan logam yang diperoleh dari perhitungan kurva regresi (µg/ml)  
 V : Volume akhir sampel (ml)  
 B : Berat sampel uji (gram)  
 Ka : Kadar air (%)  
 Fp : Faktor pengenceran

Pengukuran arus menggunakan metode lagrangian. metode pengukuran arus yang dilakukan dengan pengamatan gerakan arus permukaan dari suatu titik ke titik berikutnya dalam waktu tertentu (Poerbandono dan Djurnarsjah, 2005).

Tabel 1. Hasil Parameter Kimia Lingkungan Setiap Stasiun

Stasiun	Salinitas (%)	Suhu (°C)	pH Air laut	pH Sedimen	Kecerahan (m)	Kedalaman (m)
1	26,5	30,3	6,3	6,6	1,1	1,5
2	24,3	31	6	5,6	0,8	1,0
3	27,3	31	6,1	6,2	0,8	1,0
4	29,6	30,6	6	6,7	0,7	1,3
5	32	30,9	6,5	6	0,7	1,3
6	32	31,2	6	6,7	1,2	1,5
7	31	31,3	7	6,7	1,0	2,0
8	30	31,2	7,1	6,6	1,5	2,5

Selanjutnya hasil analisa laboratorium didapatkan bahwa konsentrasi logam Pb dan Zn menunjukkan hasil yang bervariasi. Konsentrasi timbal (Pb) dengan nilai berkisar antara 17,8 – 31,4 ppm dan seng (Zn) pada kisaran 107,7 – 112,1 ppm. Stasiun 1, 2, dan 4 membentuk pola lurus ke muara dan

Metode ini dapat digunakan mengukur pola, arah, dan asal arus (Mullarney & Henderson, 2013). Analisa ukuran butir menggunakan metode penyaringan/ayakan dengan sedimen jenis pasir dan analisis *hydrometer* untuk jenis lanau dan lempung (Manaf, 2015). Analisa bahan organik dengan menggunakan metode Walkley and Black (Gelman *et al.*, 2012).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai salinitas berkisar antara 24,3 - 32 ‰. Suhu berkisar antara 30,3 – 31,2°C. Nilai pH/derajat keasaman air laut berkisar antara 6 – 7,1 sedangkan nilai derajat keasaman pada sedimen berkisar antara 6 - 6,7. Kecerahan perairan berkisar antara 0,7-1,5 meter dengan kedalaman perairan berkisar antara 1 meter – 2,5 meter. Data lebih lengkap dapat dilihat pada **Tabel 1**.

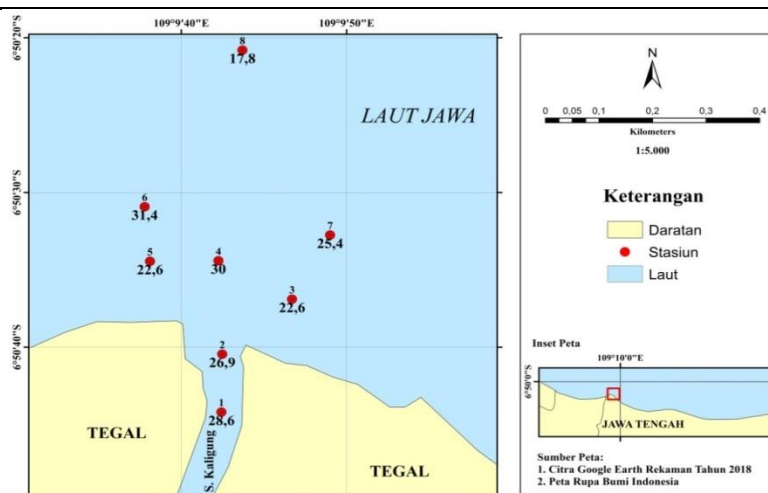
konsentrasi timbal (Pb) distasiun 4 paling tinggi yaitu sebesar 30 ppm dan seng (Zn) pada stasiun 2 yaitu sebesar 112,1 ppm (**Tabel 2**). Hal ini memperlihatkan bahwa karakteristik kedua logam tersebut berbeda. Logam Zn memiliki sifat kurang larut dan sumbernya secara alami dalam kerak bumi

lebih banyak (Najamuddin *et al.*, 2016). Hal ini mengakibatkan Zn terendapkan terlebih dahulu bersama sedimen yang memiliki ukuran yang lebih kasar pada stasiun 4

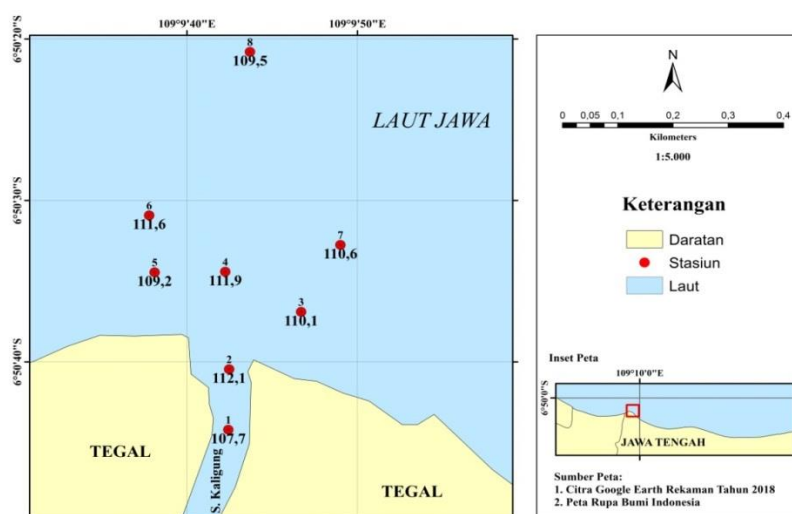
dibanding 2 (**Tabel 5**). Pola sebaran Pb dan Zn lebih lengkap disajikan pada **Gambar 2** dan **Gambar 3**.

**Tabel 2.** Hasil Analisis Konsentrasi Logam Berat Pb dan Zn pada Sedimen

Stasiun	Konsentrasi (ppm)	
	Pb	Zn
1	28,6	107,7
2	26,9	112,1
3	22,6	110,1
4	30,0	111,9
5	22,6	109,2
6	31,4	111,6
7	25,4	110,6
8	17,8	109,5
<b>Rerata</b>	<b>25,66</b>	<b>110,34</b>



**Gambar 2.** Pola Sebaran Konsentrasi Logam Berat timbal (Pb) pada Sedimen (ppm)



**Gambar 3.** Pola Sebaran Konsentrasi Logam Berat seng (Zn) pada Sedimen

Berdasarkan (**Tabel 2**), secara keseluruhan konsentrasi logam timbal (Pb) tertinggi berada pada stasiun 6 sebesar 31,4 ppm dan konsentrasi logam timbal (Pb) terendah berada pada stasiun 8 sebesar 17,8 ppm. Konsentrasi logam seng (Zn) tertinggi berada pada stasiun 2 sebesar 112,1 ppm dan konsentrasi logam seng (Zn) terendah berada pada stasiun 1 sebesar 107,7 ppm. Tingginya konsentrasi Zn ini sangat berkaitan dengan sifatnya yang kurang larut dan sumbernya lebih banyak berasal dari mineral batuan dari daratan.

Konsentrasi Pb dan Zn dalam sedimen selanjutnya dibandingkan dengan pedoman mutu ANZECC/ARMCANZ (2000) dari Australia dan Selandia Baru dan Canadian Council of Ministers of the Environment (CCME, 1999) dari Canada. Pedoman ini digunakan dalam penelitian dengan alasan bahwa pedoman mutu logam dalam sedimen di Indonesia belum ditentukan (Lestari &

Budiyanto, 2015). Berdasarkan hasil penelitian mengindikasikan bahwa konsentrasi rata-rata logam berat Pb dan Zn di semua lokasi stasiun masih berada dibatas bawah pedoman mutu ANZECC/ARMCANZ (2000) pada baku mutu CCME (2001) yaitu <30 ppm dan < 30,2. Hal ini mengindikasikan bahwa konsentrasi rata-rata Pb dan Zn belum beresiko bagi kualitas lingkungan perairan.

Dibandingkan dengan hasil penelitian di lokasi lain di perairan Indonesia, konsentrasi Pb dan Zn dalam sedimen dapat dilihat pada **Tabel 3**. Hasil penelitian memperlihatkan bahwa konsentrasi Pb dan Zn sedimen Muara Kaligung, Tegal masih lebih rendah dibanding dari Teluk Ambon dan Muara Sungai Tiram, Jakarta. Aktivitas antropogenik yang lebih tinggi di wilayah Jakarta dan Ambon yang menyebabkan akumulasi Pb menjadi lebih tinggi. Hal ini berbeda terhadap konsentrasi Zn, yang memiliki nilai sama dengan konsentrasi lebih tinggi dibanding Zn.

**Tabel 3.** Konsentrasi logam berat pada sedimen pada di beberapa wilayah Indonesia.

No	Lokasi	Pb (ppm)	Zn (ppm)	Referensi
1	Banjir Kanal Barat	4,14-13,93	94,11-183,39	Masluhah (2013)
2	Gresik	1,87-12,7 (rerata ± 4,20)	77-389 (rerata 133)	Lestari & Budiyanto (2013)
3	Teluk Ambon	51,3-163	51,3-163	Manullang <i>et al.</i> , (2017)
4	Pantai Marunda, Jakarta	3,11-8,5	70,88-119,88	Nurhidayah <i>et al.</i> , (2020)
5	Muara Sungai Tiram Marunda, Teluk Jakarta	20,19-55,68	-	Fitroh <i>et al.</i> , (2019)
6	Muara Kaligung, Tegal	17,8-31,4 (rerata ± 25,66)	109,2-112,1 (rerata 110,34)	Hasil penelitian ini

Pola sebaran logam berat Pb dan Zn dalam sedimen keberadaannya dipengaruhi oleh bahan organik. Hasil penelitian Nurhidayah *et al.*, (2020) menemukan bahwa distribusi logam berat dalam sedimen berkaitan dengan karbon organik sedimen. Hasil analisis kandungan

bahan organik didapatkan berkisar antara 0,082 – 5,119%, dengan konsentrasi terendah terdapat pada stasiun 8 sebesar 0,082 dan tertinggi terdapat pada stasiun 6 sebesar 5,119%. Data lebih lengkap disajikan pada

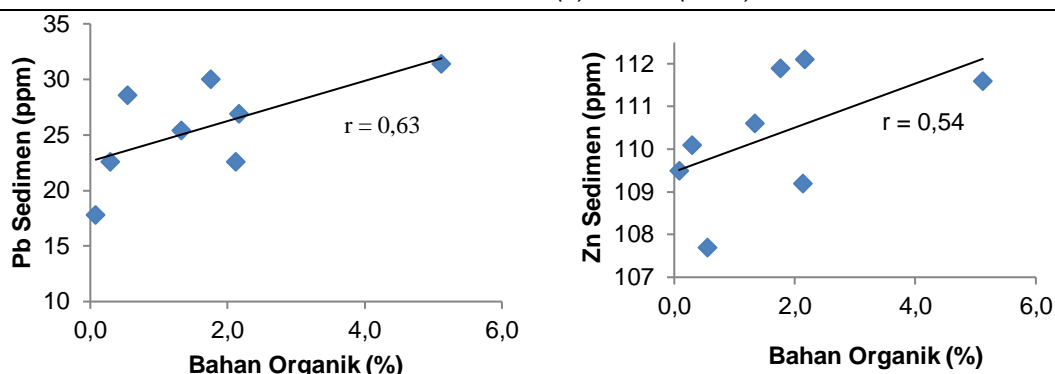
**Tabel 4.**

**Tabel 4.** Persentase Kandungan Karbon Organik dalam Sedimen

Stasiun	Karbon Organik (%)
1	0,544
2	2,167
3	0,291
4	1,755
5	2,128
6	5,119
7	1,333
8	0,082

Hubungan antara konsentrasi logam berat terhadap keberadaan karbon organik dapat dianalisis menggunakan plot scatter, menggunakan software excel. Pola hubungan ini dapat dilihat pada **Gambar 4**. Nilai koefisien

korelasi digambarkan dalam bentuk nilai r. Keeratan hubungan akan semakin besar jika nilai r mendekati nilai 1. Hubungan linier ini dapat positif ataupun negatif.



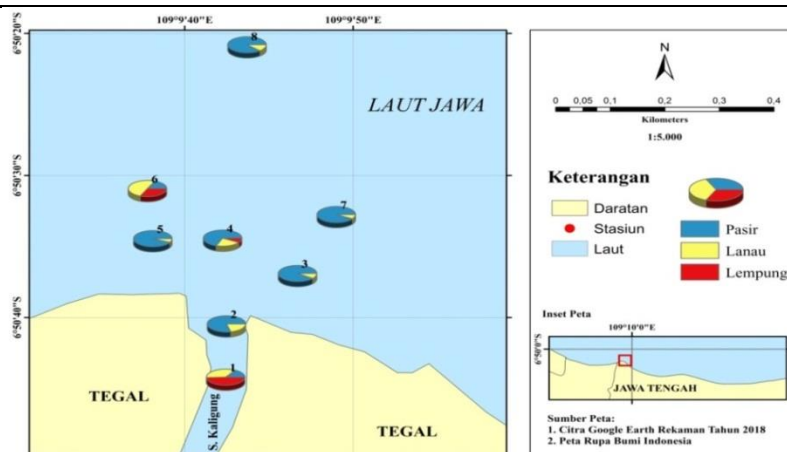
**Gambar 4.** Hubungan Konsentrasi Logam timbal (Pb) pada Sedimen dengan Bahan Organik

Hasil analisa ukuran butir sedimen di perairan muara sungai Kaligung Tegal memperlihatkan ada dua jenis sedimen yang dominan yaitu

pasir dan lanau. Nilai prosentase masing-masing disajikan pada **Tabel 5** dan untuk pola sebarannya dapat dilihat pada **Gambar 5**.

**Tabel 5.** Persentase Ukuran Butir Sedimen

Stasiun	Pasir (%)	Lanau (%)	Lempung (%)	Nama Sedimen
1	513.8	36.8	49.4	Lempung lanauan
2	80.09	19.91	0	Pasir
3	92.17	7.83	0	Pasir
4	67.6	25.7	6.7	Pasir lanauan
5	94.5	5.5	0	Pasir
6	16.3	50.4	33.3	Lanau lempungan
7	93.4	6.6	0	Pasir
8	89.54	10.46	0	Pasir



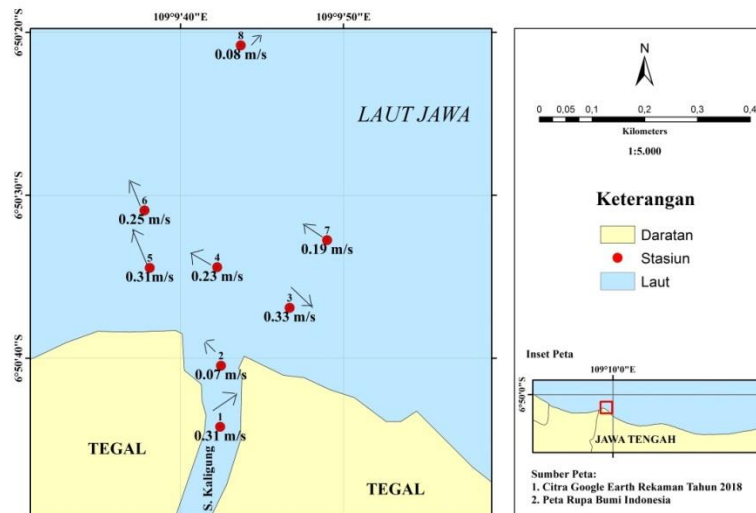
**Gambar 5.** Pola Sebaran Ukuran Butir Sedimen

Pola pergerakan arus perairan muara sungai Kaligung pada saat penelitian, dominan menuju ke arah barat laut dan kecepatan arus berkisar 0,07 – 0,33 m/s. Kecepatan arus maksimum terletak di stasiun 3 yang mencapai 0,33 m/s dan kecepatan arus minimum terdapat pada stasiun 2 dengan nilai 0,07 m/s. Data lebih lengkap disajikan pada **Tabel 6** dan

untuk pola arusnya dapat dilihat pada **Gambar 6**. Kondisi pola arus secara umum dominan ke arah kiri. Hal ini yang mempengaruhi konsentrasi logam Pb ditemukan lebih tinggi pada stasiun 6 dan Zn yang memiliki sifat kurang larut sudah mengalami pengendapan terlebih dahulu pada stasiun 1.

**Tabel 6.** Hasil Pengukuran Arus Permukaan

Stasiun	Latitude	Longitude	Kecepatan (m/s)	Posisi (Derajat)	Arah
1	06° 50' 44,20"	109°09'42,43"	0,31	44	Timur Laut
2	06° 50' 40,45"	109°09'42,48"	0,07	345	Barat Laut
3	06° 50' 36,90"	109°09'46,70"	0,33	78	Timur Laut
4	06° 50' 34,41"	109°09'42,25"	0,23	316	Barat Laut
5	06° 50' 34,45"	109°09'38,11"	0,31	356	Barat Laut
6	06° 50' 92,30"	109°09'37,79"	0,25	356	Barat Laut
7	06° 50' 32,75"	109°09'49,00"	0,19	312	Barat Laut
8	06° 50' 29,80"	109°09'43,70"	0,08	41	Timur Laut

**Gambar 6.** Pola Sebaran Arus

Tingginya konsentrasi timbal (Pb) pada stasiun 6 ini berkaitan dengan tingginya bahan organik (**Tabel 2**) dan prosentase ukuran butir lanau dan lempung paling tinggi mencapai nilai 86,7%. Fitroh *et al.*, (2019) menemukan bahwa Distribusi logam berat Pb berasosiasi kuat terhadap fraksi ukuran butir halus dan bahan organik. Namun demikian, hasil penelitian ini memperlihatkan bahwa bahan organik tidak mempengaruhi seng (Zn). Tingginya konsentrasi seng (Zn) pada stasiun 2 disebabkan karena letak/ posisi stasiun berada pada muara sungai dan yang merupakan sumber alami Zn, lebih banyak dihasilkan oleh kerak bumi.

Muara sungai merupakan tempat berakumulasinya zat-zat pencemar yang berasal dari darat maupun laut yang dibawa oleh arus pasang surut. Hal tersebut diperkuat dengan Triatmodjo (1999) yang menyatakan, bahwa muara sungai merupakan bagian paling hilir yang bertemu langsung dengan laut yang berfungsi sebagai tempat pengeluaran/ pembuangan limbah aktivitas manusia, industri seperti industri tekstil dan baterai. Kondisi hidrodinamika perairan seperti arus dan kedalaman juga ikut menentukan pola

distribusi logam berat dan sebaran ukuran butir. Kecepatan arus pada stasiun 2 cukup rendah dan mempunyai kedalaman cukup tinggi. Hal tersebut diperkuat dengan Maslukah *et al.*, (2017) yang menyatakan, bahwa arus yang tenang dapat menyebabkan banyak karbon organik terendapkan dan proses resuspensi kurang intensif pada kedalaman yang relatif lebih dalam.

Konsentrasi timbal (Pb) dan seng (Zn) pada stasiun 5 dan 6 memiliki konsentrasi lebih tinggi pada stasiun 6. Tingginya timbal (Pb) pada stasiun 6 diduga karena posisi stasiun berada pada jalur lalu lintas kapal nelayan. Hal tersebut disebabkan ada keterkaitan ditemukannya presentase sedimen yang memiliki butiran halus yang lebih tinggi pada stasiun 6. Sedimen halus memiliki luas permukaan yang lebih luas sehingga mampu mengikat logam berat lebih banyak. Goher *et al.*, (2014) menyatakan bahwa logam berat berkorelasi positif terhadap fraksi dengan butiran lebih halus. Tingginya konsentrasi logam timbal (Pb) pada stasiun 6 ini juga diikuti dengan tingginya nilai bahan organik 5,119% (**Tabel 5**).



Konsentrasi timbal (Pb) dan seng (Zn) pada stasiun 3 dan 7 memiliki konsentrasi timbal (Pb) lebih tinggi pada stasiun 7 sebesar 25,4 ppm (**Tabel 2**), sedangkan seng (Zn) memiliki konsentrasi yang sama sebesar 110,6 ppm. Tingginya konsentrasi timbal (Pb) dan seng (Zn) pada stasiun 7 diduga disebabkan ada keterkaitan dengan naiknya suhu, yaitu sebesar 31,3 °C (**Tabel 1**). Suhu yang tinggi akan berpengaruh terhadap peningkatan kandungan logam berat karena naiknya suhu pada perairan akan mempercepat reaksi dalam pembentukan ion-ion logam berat (Kadir, 2013).

**Tabel 2** dan **Gambar 2** memperlihatkan bahwa Konsentrasi logam timbal (Pb) terendah pada stasiun 8 sebesar 17,8 ppm. Rendahnya konsentrasi Pb berkaitan dengan jauhnya lokasi stasiun 8 ini dari sumber pencemar utama yaitu muara sungai. Hal ini didukung juga dengan hasil parameter yang lainnya yaitu karbon organik yang memiliki konsentrasi sangat rendah dibanding lokasi lainnya yaitu sebesar 0,082 % (**Tabel 4**). Hubungan keterkaitan antara bahan organik dengan Pb digambarkan pada **Gambar 4**. Berdasarkan **Gambar 4** hubungan timbal (Pb) dengan bahan organik memiliki koefisien determinasi ( $R^2=0,4$ ) dan koefisien korelasi ( $r=0,63$ ). Hal ini menjelaskan 40% keberadaan logam timbal dipengaruhi oleh bahan organik dan 60% dipengaruhi oleh faktor lingkungan lainnya.

Selanjutnya **Gambar 4** menjelaskan konsentrasi logam seng (Zn) dengan bahan organik memiliki nilai koefisien determinasi ( $R^2=0,3$ ) dengan koefisien korelasi ( $r=0,54$ ). Hal ini menjelaskan bahwa 30% dipengaruhi oleh bahan organik dan 70% dipengaruhi oleh faktor lingkungan lainnya. Maslukah *et al.*, (2019), menjelaskan bahwa selain bahan organik konsentrasi logam berat di suatu perairan ditentukan berdasarkan jarak dari daratan sebagai sumber utama logam berat.

Berdasarkan pola distribusi logam berat timbal (Pb) dan seng (Zn) pada sedimen tidak mutlak ditentukan dengan pola arus. Hal ini disebabkan karena pola arus dan kecepatan arus sesaat. Sedangkan logam berat dalam sedimen sudah terakumulasi dari tahun-tahun sebelumnya. Distribusi ukuran butir dan karbon organik lebih berpengaruh dibanding faktor arus. Hal ini diperkuat dengan penelitian Said *et al.*, (2009) yang mengatakan bahwa tinggi rendahnya konsentrasi logam berat dipengaruhi oleh sumbernya, diantaranya seperti limbah industri, aktivitas pelayaran,

aktivitas rumah tangga serta pemukiman penduduk.

## KESIMPULAN DAN SARAN

Konsentrasi logam timbal (Pb) pada sedimen berkisar 17,8 - 31,4 ppm (rerata  $\pm 25,6$ ) dan seng (Zn) berkisar antara 107,1-112,1 ppm (rerata  $\pm 110,3$ ). Pola sebaran timbal (Pb) tertinggi berada pada stasiun 6 dan seng (Zn) pada stasiun 2. Pola sebaran logam Pb berkaitan dengan sifatnya yang lebih larut dibanding logam Zn. Distribusi logam Pb berhubungan dengan karbon organik dan prosentase ukuran butir yang lebih halus. Hasil analisis koefisien regresi linier antara karbon organik terhadap timbal (Pb) lebih besar dibanding seng (Zn) dengan nilai koefisien korelasi berturut-turut sebesar 0,63 dan 0,54. Distribusi logam berat selain dipengaruhi karbon organik, juga dipengaruhi distribusi ukuran butir, jarak dari sumber pencemar, kecepatan arus serta kedalaman perairan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Arikunto, S. (2002). Metodologi Penelitian Suatu Pendekatan Proposal. *Jakarta: PT. Rineka Cipta*.
- Authority, S. C. Australian and New Zealand Environment and Conservation Council and Agriculture and Resource Management Council of Australia and New Zealand (ANZECC and ARMCANZ). 2000. Australian and New Zealand Guidelines for Fresh and Marine Waters. Astles, KL., Winstanley, RK., Harris, JH. and Gehrke, PC. 2003. Experimental study of the effects of cold water pollution on native fish. A final report for the Regulated Rivers and Fisheries Restoration Project. NSW. *Ecology*, 5, 55-69.
- Bartoli, G., Papa, S., Sagnella, E., & Fioretto, A. (2012). Heavy metal content in sediments along the Calore river: relationships with physical-chemical characteristics. *Journal of Environmental Management*, 95, S9-S14.
- Canadian Council of Ministers of the Environment (CCME). 1999. Canadian sediment quality guidelines for the protection of aquatic life: mercury. *In: Canadian Environmental Quality Guidelines*. 5p.
- Chen, C. F., Ju, Y. R., Chen, C. W., & Dong, C. D. (2016). Vertical profile, contamination assessment, and source apportionment of heavy metals in



- sediment cores of Kaohsiung Harbor, Taiwan. *Chemosphere*, 165, 67-79.
- Fitroh, I. S., Subardjo, P., & Maslukah, L. (2019). Hubungan Logam Berat Pb terhadap Fraksi Sedimen dan Bahan Organik di Muara Sungai Tiram, Marunda, Jakarta Utara. *Buletin Oseanografi Marina*, 8(2), 61-66.
- Gelman, F., Binstock, R., & Halicz, L. (2012). Application of the Walkley–Black titration for the organic carbon quantification in organic rich sedimentary rocks. *Fuel*, 96, 608-610.
- Goher, M. E., Farhat, H. I., Abdo, M. H., & Salem, S. G. (2014). Metal pollution assessment in the surface sediment of Lake Nasser, Egypt. *The Egyptian Journal of Aquatic Research*, 40(3), 213-224.
- Kadir, H., Samawi, M. F., & Haris, A. (2013). Akumulasi logam berat pb pada rangka dan polip karang lunak *Sinularia polydactyla*.
- Kljaković-Gašpić, Z., Bogner, D., & Ujević, I. (2009). Trace metals (Cd, Pb, Cu, Zn and Ni) in sediment of the submarine pit Dragon ear (Soline Bay, Rogoznica, Croatia). *Environmental geology*, 58(4), 751.
- Lestari & Budiyanto, F. (2013). Konsentrasi Hg, Cd, Cu, Pb, dan Zn Dalam Sedimen Di Perairan Gresik. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 5(1), 182-191.
- Manaf, F. (2015). Penentuan Jenis dan Karakteristik Tanah Sebagai Tanah Dasar Badan Jalan. *Sainstech: Jurnal Penelitian dan Pengkajian Sains dan Teknologi*, 25(1).
- Manullang, C. Y., Tapilatu, Y., & Arifin, Z. (2017). Assessment of Fe, Cu, Zn, Pb, Cd & Hg in Ambon Bay surface sediments. *Marine Research in Indonesia*, 42(2), 83-92.
- Maslukah, L. (2013). Hubungan antara konsentrasi logam berat Pb, Cd, Cu, Zn dengan bahan organik dan ukuran butir dalam sedimen di Estuari Banjir Kanal Barat, Semarang. *Buletin Oseanografi Marina*, 2(3), 55-62.
- Maslukah, L., Wulandari, S. Y., & Yasrida, A. (2017). Rasio Organik Karbon Terhadap Fosfor Dalam Sedimen Di Muara Sungai Banjir Kanal Barat, Semarang. *Buletin Oseanografi Marina*, 6(1), 39-45.
- Mullarney, J. C., & Henderson, S. M. (2013). A novel drifter designed for use with a mounted Acoustic Doppler Current Profiler in shallow environments. *Limnology and Oceanography: Methods*, 11(8), 438-449. *Limnol. Oceanography*, 11 : 438-449. DOI 10.4319/lom.2013.11.438
- Najamuddin, N., Prartono, T., Sanusi, H. S., & Nurjaya, I. W. (2016). Distribution and Behaviour of Dissolved and Particulate Pb and Zn in Jeneberang Estuary, Makassar. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 8(1), 99242.
- Nurhidayah, T., Maslukah, L., Wulandari, S.Y. & Kurnia. 2020. Distribusi Vertikal Logam Pb, Zn, Cr dan Keterkaitannya Terhadap Karbon Organik Sedimen di Pantai Marunda, Jakarta. *Buletin Oseanografi Marina*, 9(2):125-132
- Nurhidayah, T., Maslukah, L., Wulandari, S. Y., & Kurnia, K. Distribusi Vertikal Logam Pb, Zn, Cr dan Keterkaitannya Terhadap Karbon Organik Sedimen di Pantai Marunda, Jakarta. *Buletin Oseanografi Marina*, 9(2), 125-132.
- Palar, H. (1994). Pencemaran dan toksikologi logam berat. Rineka Cipta Jakarta. 148 hlm.
- Poerbandono, D. E., & Djunarsjah, E. (2005). Survei hidrografi. *Refika Aditama. Bandung*, 166 pp
- Putri, W. A. E., & Purwiyanto, A. I. S. Konsentrasi Cu Dan Pb Dalam Air Dan Plankton Di Sungai Musi Bagian Hilir Cu And Pb Concentrations In Water Column And Plankton Of Downstream Section Of The Musi River. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 8(2), 773-780.
- Rahmadani, T., Sabang, S. M., & Said, I. (2015). Analisis Kandungan Logam Zink (Zn) Dan Timbal (Pb) Dalam Air Laut Pesisir Pantai Mamboro Kecamatan Palu Utara. *Jurnal Akademika Kimia*, 4(4), 197-203.
- Said, I., Jalaluddin, M. N., Upe, A., & Wahab, A. W. (2009). Penetapan konsentrasi logam berat krom dan timbal dalam sedimen estuaria Sungai Matangpondo Palu. *Chemica: Jurnal Ilmiah Kimia dan Pendidikan Kimia*, 10(2), 40-47.
- Susanti, R. A., Mustikaningtyas, D., & Sasi, F. A. (2014). Analisis kadar logam berat pada sungai di jawa tengah. *Saintekno: Jurnal Sains dan Teknologi*, 12(1), *Jurnal Saintekno*, 12(1).
- Triatmodjo, B. 1999. Teknik Pantai. ISBN 979-8541-05-7. Yogyakarta Beta Offset. 397 hlm.